

European Patent Office

Publication number: 0 342 647

A2

# EUROPEAN PATENT APPLICATION

Application number: 89108871.8

Int.Cl<sup>4</sup>: G07D 7/00

Application day: May 17, 88

Priority: May 18, 88 DE 3816943 Applicant: Nixdorf Computer  
Aktiengesellschaft  
Fürstenallee 7

Application Publication Date: D-4790 Paderborn (DE)  
November 23, 89 Patentblatt 89/47

Cited contract nations:

AT BE CH DE ES FR GB GR IT LU LU NL SE

Inventor: Ralf Schmidt  
Ignaz-Jaspers-Strasse 16  
DE-4830 Güterloh (DE)

Representative: Schaumburg,  
Thoenes & Englaender  
Mauerkircherstrasse 31  
Postfach 86 07 48  
D-8000 München 80 (DE)

## Process for Monitoring Paper Sheets

In a process for monitoring paper sheets by scanning the sheet with radiation along a preset scanning stretch and by generating a sequence of scanning signals determined by the characteristics of the paper sheet, scanning signals are generated dependent on the radiation permeability of the paper sheet. The values of the scanning signals are compared with stored set values for the purpose of emitting an identification signal. An average of the scanning signals and a corresponding average of the set values are used for comparison.

EP 0 342 648 A2

1

### Process for Monitoring Paper Sheets

The invention pertains to a process for monitoring paper sheets for multiple transport by scanning the sheets with radiation along a preset scanning stretch and by generating a sequence of scanning signals determined by the paper sheet characteristics; the signals are compared with stored set values for the purpose of emitting an identification signal.

A process of this nature is known from DE-PS 20 40 963 and is intended for testing documents such as bank notes for genuineness. To this end, the document is irradiated during scanning, and the light reflected on its surface yields a sequence of scanning signals. The signal amplitude changes in the scanning process for areas with different reflectivity. A preset amplitude course is stored as a sequence of set values for each document type to be monitored, and a comparison of the respective sequence of scanning signals and their corresponding stored sequence of set values yield information if the monitored document is genuine or not.

This process can be used when inserting bank notes in a money machine, for example. Such testing for genuineness is, however, inadequate for a comprehensive evaluation because the bank notes would also have to be counted accurately in the process. The application of the reflection principle for generating the scanning signals permits only a test of surface characteristics but not for monitoring the proper transport of one single bank note each. Multiple transport of bank notes, the so-called double runs, were detected up to now with mechanical devices, most frequently roll scanners that also perform a thickness measurement of the transported paper sheets. Such thickness measurement is prone to failure due to dirt and requires for its proper function careful adjustments and maintenance. A touchless determination of multiple transport of paper sheets especially of bank notes is not possible with the currently known monitoring procedures but it could advantageously replace the mechanical devices that are expensive in design and complex in maintenance.

It is the task of this invention to present a possibility for touchless detection of a multiple transport of paper sheets that works without mechanically moving elements and is directly incorporated in a measuring process.

The task is solved by a process

2

of the nature discussed above in that the scanning signals are generated dependent in the radiation permeability of the paper sheets and that an average of scanning signals and an equivalent average of set values are used for comparison.

The invention is based on the understanding that the radiation permeability of a material decreases exponentially with its thickness. For example, if a paper sheet of a given thickness has a specific dampening value decreasing the radiation intensity, an additional sheet will increase a total dampening effect which is

proportional to the product the individual dampening. In this manner, doubling the paper sheet thickness in a double transport of paper sheets, for example, results in a correspondingly high intensity difference of the generated scanning signals in comparison to the normal case. This assures a very reliable distinction between the single and double transport of paper sheets.

Another advantage of generating the scanning signals with radiation permeating the paper sheets is that this principle is highly insensitive toward the changing reflexion degree of the paper sheet surface which is caused, for example, by an imprint or by dirt. Such changes of the paper sheet surface have such insignificant thickness in most cases that the radiation permeability of the paper sheet is influenced to a comparatively minor degree.

In order to assure a reliable determination of a multiple transport in the event of stronger soiling and/or greater brightness differences caused by imprints, for example, the process under the invention provides for an even average formation of the scanning signals and the set values. This results in statistically more definite comparable results.

The intensity of the radiation used for scanning a certain paper sheet type is set corresponding with the preset value range of the average. This permits that the signals to be compared are optimally aligned with the sensitivity range of the evaluation device even for different types of paper sheets.

The process according to the invention will result in a reliable statement about individual or multiple transports of paper sheets even when the transported sheets are not stacked

3

exactly above one another but are shifted relative to one another. To identify large shifting ranges as multiple transports, the process can be further enhanced in that the path traversed during scanning by the paper sheets is determined and compared with a preset set value for the purpose of generating another identification signal. This permits that paper sheet stacks with a length exceeding the preset format are additionally recognized and provides another criterion for detecting multiple transports.

In general, the process under the invention has the advantage that it can also be employed in combination with the reflexion process which makes it possible to test the genuineness and to monitor the transport of individual sheets in the same device.

The invention is explained in greater detail with reference to the figure of an exemplary embodiment.

Fig. 1 shows a basic rendition on the basis of the reciprocal action of the functional units involved,

Fig. 2 shows a flow diagram of a measuring procedure used in the process for determining set values,

Fig. 3 shows a control function to detect the current to supply the radiation source, and

Fig. 4 a flow diagram of an exemplary embodiment of the invention.

Fig. 1 shows a block diagram with a monitoring device for detecting multiple transports of bank notes in a money machine. A bank note 10 to be monitored for multiple transport is fed between a controllable radiation source 12 and a radiation receiver module 20. The controllable radiation source 12 consists of two luminescence diodes 14, 16 which emit radiation in the visible range or in the infrared range, respectively, dependent on the type used. The luminescence diodes 14, 16 are switched in series and supplied by a current I generated by a controllable current source 18.

The radiation of the luminescence diodes 14, 16 permeates the bank note 10 and is partially absorbed by it. The radiation penetrating the bank note 10 and weakened in the process meets two photo receivers 22, 24, photo diodes, for example, of the radiation receiver module 20 and is converted by it into electric signals S. These are amplified by amplifiers 26, 28 and fed to an analog multiplexer 30. The signals S of the photo receivers 22,

4

24 are alternating through-connected in the analog multiplexer 30 to its output and fed to an analog-digital converter 32. The digital output is connected with the input of a microcontroller 34. The microcontroller controls the analog multiplexer and starts the conversion cycle of the analog digital converter 32. The microcontroller 32 has access to a memory RAM for saving current data (signals S) and is connected via a data bus with an EPROM 38 (Erasable Programmable Read Only Memory). The EPROM 38 serves as a program memory for the microcontroller 34 used for storing the bank

note specific data. The microcontroller 34 controls the whole process, calculates the averages and compares them, as will be described below. The microcontroller 34 controls a digital analog converter 36; its output signal serves for controlling the current I of the controllable current source 18. In addition, the microcontroller 34 is connected via a data line 44 with a computer (not shown in fig. 1) and transmits the results to the computer. The computer, in turn, transmits data for process control to the microcontroller 34.

The bank note 10 to be monitored for multiple transport is fed via a transport device (not shown) through the translumination measurement stretch formed by the controllable radiation source 12 and the radiation receiver module 20. The path traversed by the bank note 10 is detected by a position sensor 42 and transmitted by timing signals to the microcontroller 34. The controllable current source 12 and the radiation receiver module are adjustable in the manner that the range of the bank note 10 to be scanned can be selected as a scanning stretch. If the controllable radiation source 12 and the radiation receiver module 20 are adjusted in the manner that the scanning stretches run along the edges of the bank note 10, for example, a test of the sheet format or of the correct position of the bank note 10 can be made. If there is no paper sheet between the controllable radiation source 12 and the radiation receiver 20, the photo receivers 22, 24 do not receive the weakened radiation of the luminescence diodes 14, 16 which causes a significantly increased level of the signals S. Reaching this signal level can be caused by the absence or the misalignment of a bank note.

With readin of sample bank notes, the money machine can be set to a specific bank note type desired by the user. The readin process is shown in the flow diagram in fig. 2.

The set value  $M$  calculated in this manner and the corresponding sum of the difference current values  $\Delta I$  characterize the sample bank notes. With the aid of the set value  $M$ , a tolerance range with a lower limit  $G1$  and an upper limit  $G2$  is defined in process step 76. The average  $SM$  of a bank note to be monitored may be within these limits  $G1$  and  $G2$  so that it can be detected as belonging to this type of bank notes and as an individual bank note. In practice, the 0.8-fold of the set value  $M$  has been shown as a lower limit  $G1$  and the 1.2-fold of the set value  $M$ . The data belonging to a specific type of bank note, the upper limit  $G2$  and the lower limit  $G1$ , the sum of the difference current values  $\Delta I$  and an identification of the bank notes, for example, are stored in process step 78 in EPROM 49 and accessed when the bank notes are monitored.

Fig. 3 shows the control function for determining the difference current values  $\Delta I$  dependent on the set value  $M$ . As discussed above, the set value is supposed to level out within the range firmly preset by the values  $M1$ ,  $M2$  in as few iterative steps as possible. This range has the average value of  $M0$ . Fig. 3 shows, as an example, that a set value  $M'$  is detected which lies clearly outside the range defined by  $M1$ ,  $M2$ . A difference current value  $\Delta I$  corresponding with the set value  $M'$  can be taken from curve 50 of the control function which, in addition to the basic current value  $I0$  and with the corresponding selection of the radiation source 12, accomplishes that the set value  $M$  measured during the next readin process will probably be within the range defined by the values  $M1$ ,  $M2$ . The curve 59 of the control function must be selected in the manner that the set value  $M$  is located already during the second readin process within the range determined by the values  $M1$ ,  $M2$ . It was shown in practice that the course of curve 50 of the control function is optimal when the course ascends or descends progressively, respectively, from an average value  $M0$  with increasing deviations of the set value  $M$ .

The flow diagram of fig. 4 shows the course of a monitoring process to detect a multiple transport of bank notes.

5

The first process step 60 generates a defined start status of the translumination measurement stretch consisting of the radiation source 12 and the radiation receiver module 20. To this end, the translumination measurement stretch is operated without feeding a bank note so that the radiation of the controllable radiation source 12 can meet the radiation receiver module 20 directly and unweakened. The controllable radiation source 12 is adjusted via the controllable current source 18 to a basic current value  $I_0$  (process step 62) in the manner that the level of the signals  $S$  of the photo receivers 22, 24 is located in the upper segment of a preset working range of the analog digital converter 32, for example at 90%.

In the next process step 64, a sample bank note is advanced via the transport device in the translumination measurement stretch and scanned along the scanning stretch defined by the position of the luminescence diodes (LEDs) 14, 18 and the corresponding photo receiver 22, 24. The signals  $S$  of the photo receivers 22, 24 are read into the memory RAM of the microcontroller with time-division multiplexing. Either during the readin or after the bank note 10 has traversed the scanning stretch, the arithmetic average  $SM$  of the signals  $S$  is formed (process step 66). In order to attain a higher statistical certainty of the results during readin, the monitoring procedure is done in bifurcation 67 shown in fig. 2 with four bank notes that differ with respect to their denominations. An arithmetic total average  $M$  is calculated from the thus attained average values  $SM$  in process step 68; this total average can also be called set value  $M$ . This set value  $M$  is monitored in the next process step 70 if it is located in the preset range, formed by a lower valued  $M1$  and a higher valued  $M2$ . These values  $M1$ ,  $M2$  are stored in the microcontroller 34 as digital values and are  $M1 = 100$ ,  $M2 = 140$  when an 8-bit microcontroller 34 is used, for example. If the set value  $M$  is outside this range, a difference current value  $\Delta I$  is calculated in the bifurcation 72, 74 pursuant to an empirically determined control function. This calculation will be discussed below. The basic current value  $I_0$  must be changed by the difference current value  $\Delta I$  so that the set value  $M$  will lie between the range determined by the values  $M1$ ,  $M2$  in the next readin process with a high probability rate.

The current  $I$  used on the controllable radiation source 12 after running through the process steps 72, 74 results from the sum of the basic current value  $I_0$  and the difference current value  $\Delta I$ . The readin process is repeated with feeding the bank notes according to the

6

described process steps, and the set value  $M$  is compared with the values  $M1$ ,  $M2$ . If the set value  $M$  is located again outside the range defined by the values  $M1$ ,  $M2$ , the corresponding difference current value  $\Delta I$  is calculated from the control function and added to the previously determined current  $I$ . This process is repeated until the set value  $M$  is located within the default limits  $M1$ ,  $M2$ .

7

Before a bank note is transported into the transillumination measurement stretch, the basic current value  $I_0$  is calculated in the manner discussed above (process step 80). For monitoring, the microcontroller 34 accesses the bank note specific parameters consisting of the upper limit  $G_2$  and the lower limit  $G_1$  as well as the difference current  $\Delta I$  that are stored in the EPROM 40. The microcontroller 34 causes the current  $I = I_0 + \Delta I$  to be fed to the controllable radiation source 12 via the digital analog converter 36 and the controllable current source 18 (process step 84). The bank note 10 guided via a transport device to the transillumination measurement stretch is scanned along the defined scanning stretches, and a sequence of scanning signals  $S$  are generated via the photo receivers 22, 24. The digital values of the scanning signals  $S$  are read into the memory RAM of the microcontroller 34 and the arithmetic average  $SM$  is calculated in the following process step 86. The average  $SM$  is then compared with the stored limit values  $G_1, G_2$  (process step 88). If the average  $SM$  is within the tolerance range defined by the limit values  $G_1, G_2$ , the path traversed by the bank note 10 is compared with the set path in a monitoring step 90. The path traversed is determined by counting the timing signals of the position sensor 42 that are counted as long as the photo receivers 22, 24 receive weakened radiation. This type of path measurement can additionally detect the properly aligned feeding of the bank notes or their overlapping, respectively. If the limit is exceeded when the average  $SM$  is compared with the limit values  $G_1, G_2$  or if the set path is exceeded, the microprocessor 34 forms an identification signal indicating the multiple transport or a faulty bank note feeding (process step 94). This signal is transmitted to the computer which suppresses the delivery or a faulty evaluation of the bank notes in the money machine. In the event of a positive monitoring result, the process step 92 is bifurcated and a signal indicating single transport of the bank note 10 is transmitted to the computer.

Because the basic current value  $I_0$  is determined prior to each bank note output or in certain intervals, a change of the transmission behavior of the transillumination measurement stretch is without effect. Such changes can be caused by aging of the LEDs 14, 16 or by a soiled transillumination measurement stretch.

8

Because a defined starting status is set before reading as well as during monitoring, this monitoring process for bank notes requires practically no maintenance.

### Patent Claims

1. Process for monitoring paper sheets for multiple transport by scanning the paper sheet along a preset scanning stretch and by generating a sequence of scanning signals defined by the characteristics of the paper sheets for the purpose of emitting identification signals that are compared with stored set values



**characterized** in that the scanning signals (S) are generated independent from the radiation permeability of the paper sheets (10) and that an average (SM) of the scanning signals (S) and an equivalent average (M) of the set values are used for comparison.

2. Process as defined in claim 1 **characterized** in that the intensity of radiation used for scanning is set for a specific type of paper sheets (10) in accordance with a reset value range of the average (M) of the set values.

3. Process as defined in claim 2 **characterized** in that the intensity of an electric radiation source (12) is set by controlling the current.

4. Process as defined in claim 3 **characterized** in that a basic current (Io) is detected; its radiation intensity reaches a preset scanning signal value (S) when paper sheets (10) are absent.

5. Process as defined in claim 3 **characterized** in that the current (I) for controlling the current of the radiation source (12) is determined by readin of samples.

6. Process as defined in one of the above claims **characterized** in that the current (I) corresponding with a preset control function  $\Delta I = f(M)$  in at least one readin process;  $\Delta I$  is the difference current value to be added to the basic current (Io) to attain the current (I).

7. Process as defined in claim 6 **characterized** in that the curve (50) of the function  $\Delta I = f(M)$  for increasing absolute amounts of the difference from the average (M) of the set values and an average (M0) increases or decreases exponentially.

8. Process as defined in claim 1 **characterized** in that a identification signal for multiple transport is generated when the average

9

(SM) of the scanning signals lies outside an upper limit value (G2) or a lower limit (G1).

9. Process as defined in claim 8 **characterized** in that the upper limit value (G2) is the 1.2-fold and the lower limit (G1) is the 0.8-fold of the average (M) of the set values.

10. Process as defined in one of the above claims, **characterized** in that arithmetic averages are used as averages (SM), M).

11. Process as defined in one of the above claims **characterized** in that scanning is performed along several scanning stretches.

12. Process as defined in claim 11, **characterized** in that the scanning signals (S) of several scanning stretches are added.

13. Process as defined in one of the above claims, **characterized** in that the paper sheets (10) are moved along the scanning stretch for scanning.

14. Process as defined in claim 13, **characterized** in that the path traversed by the paper sheets (10) during scanning is detected and compared with a preset set value for generating an additional identification signal.

15. Arrangement for performing the process described in one of claims 1 through 14, **characterized** in that at least one translumination measurement stretch consisting of at least one controllable radiation source (12) and a radiation receiver module (20) is provided. The scanning signals generated by the radiation receiver module (20) are fed to a microcontroller (34) with at least one data memory (38,40) that forms the averages (SM, M) as well as the comparison of the averages (SM,M) for the purpose of generating an identification signal and causing an intensity control of the radiation source (12).

EP 0 342 647 A2

Fig. 1

Fig. 2

	detect $I_0$	
	transmit $I$ to LEDs	
$I = I_0 + \Delta I$	read in $S$	repeat 4 times
	form average $SM$	
determine $\Delta I$	form total average $M$	
	no	
	$M1 < M < M2$	
	yes	
	determine $G1$ and $G2$	
	store $G1, G2, \Delta I, K$	

**EP 0 342 647 A2**

**Fig. 3**

Fig. 4

```

detect I0
ready parameters G1,G2,I
I = I0 + ΔI
yes      no
      G1<SM<G2
set value exceeded  yes
no
single transport    multiple transport
    
```

⑨



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 342 647  
A2

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 89108871.8

⑤① Int. Cl. 4: G07D 7/00

⑳ Anmeldetag: 17.05.89

③① Priorität: 18.05.88 DE 3816943

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.11.89 Patentblatt 89/47

⑤④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Anmelder: Nixdorf Computer  
Aktiengesellschaft  
Fürstenallee 7  
D-4790 Paderborn(DE)

⑦② Erfinder: Schmidt, Ralf  
Ignaz-Jaspers-Strasse 16  
D-4830 Gütersloh(DE)

⑦③ Vertreter: Schaumburg, Thoenes &  
Englaender  
Mauerkircherstrasse 31 Postfach 86 07 48  
D-8000 München 80(DE)

DOC

⑤④ Verfahren zum Prüfen von Blattmaterial.

⑤⑦ Bei einem Verfahren zum Prüfen von Blattmaterial durch Abtasten des Blattmaterials mit Strahlung längs einer vorgegebenen Abtaststrecke und Erzeugen einer Folge von durch Eigenschaften des Blattmaterials bestimmten Abtastsignalen, deren Werte zwecks Abgabe eines Erkennungssignals mit gespeicherten Sollwerten verglichen werden, werden die Abtastsignale abhängig von der Strahlungsdurchlässigkeit des Blattmaterials erzeugt, wobei als zu vergleichende Werte ein Mittelwert der Abtastsignale und ein ihm gleichartiger Mittelwert der Sollwerte verwendet werden.

EP 0 342 647 A2

# Verfahren zum Prüfen von Blattmaterial

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen von Blattmaterial auf Mehrfachtransport durch Abtasten des Blattmaterials mit Strahlung längs einer vorgegebenen Abtaststrecke und Erzeugen einer Folge von durch Eigenschaften des Blattmaterials bestimmten Abtastsignalen, deren Werte zwecks Abgabe eines Erkennungssignals mit gespeicherten Sollwerten verglichen werden.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der DE-PS 30 40 963 bekannt und dient zum Überprüfen von Dokumenten, beispielsweise von Banknoten, auf Echtheit. Hierzu wird das Dokument bei der Abtastung bestrahlt und aus der an seiner Oberfläche reflektierten Strahlung eine Folge von Abtastsignalen gewonnen, deren Amplitude sich im Zuge der Abtastung von Bereichen unterschiedlicher Reflexionsfähigkeit ändert. Für jede zu prüfende Dokumentenart ist ein vorgegebener Amplitudenverlauf als eine Folge von Sollwerten gespeichert, und durch einen Vergleich der jeweiligen Folge von Abtastsignalen mit der zugehörigen gespeicherten Folge von Sollwerten kann eine Aussage darüber gewonnen werden, ob das geprüfte Dokument echt ist oder nicht.

Das vorbekannte Verfahren kann z.B. bei der Eingabe von Banknoten in einen Geldempfangsautomaten eingesetzt werden. Ein solches Prüfen auf Echtheit ist aber für eine umfassende Auswertung unzureichend, denn dabei müssen die Banknoten auch fehlerfrei gezählt werden. Durch Anwendung des Reflexionsprinzips bei der Erzeugung der Abtastsignale ist jedoch nur eine Prüfung von Oberflächeneigenschaften, nicht aber auch eine Prüfung des ordnungsgemäßen Transports je weils nur einer einzigen Banknote möglich. Mehrfachtransporte von Banknoten, sogenannte Doppelabzüge, wurden deshalb bisher mit mechanischen Vorrichtungen festgestellt, die meist als Rollenabtaster ausgebildet sind und eine Dickenmessung des transportierten Blattmaterials vornehmen. Eine solche Dickenmessung ist aber insbesondere durch Verschmutzungen störanfällig und bedarf zur ordnungsgemäßen Funktion einer sorgfältigen Justierung und Wartung. Eine berührungslose Feststellung des Mehrfachtransports von Blattmaterial, insbesondere von Banknoten, ist nach den bisher bekannten Prüfverfahren nicht möglich, könnte aber die in Aufbau und Wartung aufwendigen mechanischen Vorrichtungen vorteilhaft ersetzen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit zur berührungslosen Feststellung des Mehrfachtransports von Blattmaterial anzugeben, die ohne mechanisch bewegte Elemente arbeitet, welche direkt in einen Meßvorgang einbezogen sind.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Ver-

fahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Abtastsignale abhängig von der Strahlungsdurchlässigkeit des Blattmaterials erzeugt werden und daß als zu vergleichende Werte ein Mittelwert der Abtastsignale und ein ihm gleichartiger Mittelwert der Sollwerte verwendet werden.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Strahlungsdurchlässigkeit eines Materials mit dessen Dicke exponentiell abnimmt. Hat z.B. Blattmaterial einer vorgegebenen Dicke einen bestimmten, die Strahlungsintensität herabsetzenden Dämpfungswert, so wird bei Verdoppelung der Dicke durch ein weiteres Blatt eine Gesamtdämpfung wirksam, die proportional dem Produkt der Einzeldämpfungen ist. Auf diese Weise ergeben sich bereits bei einer Verdoppelung der Blattmaterialdicke, also beispielsweise bei einem Doppeltransport von Blattmaterial, entsprechend hohe Intensitätsunterschiede der erzeugten Abtastsignale gegenüber dem Normalfall, die eine sehr zuverlässige Untersuchung zwischen Einfach- und Doppeltransport von Blattmaterial gewährleisten.

Ein weiterer Vorteil der Erzeugung der Abtastsignale mit Strahlung, die das Blattmaterial durchsetzt, besteht darin, daß dieses Prinzip sehr unempfindlich gegenüber einem wechselnden Reflexionsgrad der Blattmaterialoberfläche ist, der beispielsweise durch einen Aufdruck oder durch Verschmutzungen bedingt ist. Derartige Veränderungen der Blattmaterialoberfläche haben in den meisten Fällen eine so geringe Schichtdicke, daß die Strahlungsdurchlässigkeit des Blattmaterials selbst vergleichsweise geringfügig beeinflusst wird.

Um aber auch bei stärkeren Verschmutzungen und/oder größeren, z.B. durch Bedrucken bedingten Helligkeitsunterschieden eine zuverlässige Feststellung eines Mehrfachtransports zu gewährleisten, ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ferner eine gleichartige Mittelwertbildung der Abtastsignale und der Sollwerte vorgesehen. Dadurch wird erreicht, daß die Vergleichsergebnisse statistisch sicherer sind.

Vorteilhaft wird die Intensität der zur Abtastung verwendeten Strahlung für eine bestimmte Art von Blattmaterial entsprechend einem vorgegebenen Wertebereich des Mittelwerts der Sollwerte eingestellt. Dadurch wird erreicht, daß die zu vergleichenden Signale dem Empfindlichkeitsbereich der Auswerteeinrichtungen bei wechselnden Arten des Blattmaterials stets optimal angepaßt sind.

Das Verfahren nach der Erfindung führt auch dann zu einer zuverlässigen Aussage über Einzel- oder Mehrfachtransporte von Blattmaterial, wenn die transportierten Blätter nicht genau übereinander



liegen, sondern relativ zueinander verschoben sind. Um dabei auch große Verschiebungsbeträge als Mehrfachtransport erkennen zu können, kann das Verfahren derart weiter ausgebildet sein, daß der bei der Abtastung vom Blattmaterial zurückgelegte Weg festgestellt wird und mit einem vorgegebenen Sollweg zwecks Erzeugens eines weiteren Erkennungssignals verglichen wird. Dadurch wird erreicht, daß Blattmaterialansammlungen mit einer Länge, die über die vorgegebene Formatlänge hinausgeht, zusätzlich erkannt werden, so daß dadurch ein weiteres Kriterium zur Erkennung des Mehrfachtransports verfügbar ist.

Allgemein bietet ein Verfahren nach der Erfindung den Vorteil, daß es auch in Kombination mit einem Reflexionsverfahren eingesetzt werden kann, wodurch es dann möglich ist, innerhalb ein und derselben Auswerteinrichtung die Echtheit und den Transport von Einzelblättern zu überwachen.

Die Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung für ein Ausführungsbeispiel näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung des Verfahrens an Hand der Wechselwirkung dabei verwendeter Funktionseinheiten,

Fig. 2 ein Flußdiagramm eines bei dem Verfahren angewendeten Einmeßvorgangs zum Ermitteln von Sollwerten,

Fig. 3 eine Steuerfunktion zum Feststellen des Stromes, mit dem die Strahlungsquelle zu versorgen ist, und

Fig. 4 ein Flußdiagramm eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

In Fig. 1 ist in Blockdarstellung eine Prüfeinrichtung zum Erkennen des Mehrfachtransports von Banknoten in einem Geldautomaten gezeigt. Eine auf Mehrfachtransport zu prüfende Banknote 10 wird zwischen einer steuerbaren Strahlungsquelle 12 und einem Strahlungsempfängermodul 20 hindurchgeführt. Die steuerbare Strahlungsquelle 12 besteht aus zwei Lumineszenzdioden 14, 16, die, abhängig vom verwendeten Typ, Strahlung im sichtbaren Bereich bzw. im Infrarot-Bereich aussenden. Die Lumineszenzdioden 14, 16 sind in Serie geschaltet und werden von einem Strom I durchflossen, der von einer steuerbaren Stromquelle 18 erzeugt wird.

Die Strahlung der Lumineszenzdioden 14, 16 durchdringt in zwei Bereichen die Banknote 10 und wird von dieser teilweise absorbiert. Die durch die Banknote 10 hindurchtretende, abgeschwächte Strahlung trifft auf zwei Fotoempfänger 22, 24, beispielsweise Fotodioden, des Strahlungsempfängermoduls 20 und wird von diesen in elektrische Signale S umgewandelt. Diese werden von Verstärkern 26, 28 verstärkt und einem Analogmultiplexer 30 zugeführt. Die Signale S der Fotoempfänger 22,

24 werden in dem Analogmultiplexer 30 abwechselnd auf seinen Ausgang durchgeschaltet und einem Analog-Digitalwandler 32 zugeführt, dessen Digitalausgang mit dem Eingang eines Microcontrollers 34 verbunden ist. Dieser steuert den Analogmultiplexer 30 und startet den Wandlungszyklus des Analog-Digitalwandlers 32. Der Microcontroller 34 hat Zugriff auf einen Speicher RAM zum Abspeichern aktueller Daten (Signale S) und ist über einen Datenbus mit einem EPROM 38 (Erasable Programmable Read Only Memory), das als Programmspeicher für den Microcontroller 34 dient, sowie mit einem EEPROM 40 (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), das zum Speichern von banknotenspezifischen Daten verwendet wird, verbunden. Der Microcontroller 34 steuert den Ablauf des gesamten Verfahrens, berechnet Mittelwerte und vergleicht sie, wie noch beschrieben wird. Der Microcontroller 34 steuert einen Digital-Analogwandler 36, dessen Ausgangssignal zum Einstellen des Stromes I der steuerbaren Stromquelle 18 dient. Weiterhin ist der Microcontroller 34 über eine Datenleitung 44 mit einem nicht in der Fig. 1 dargestellten übergeordneten Rechner verbunden, dem das Ergebnis der Prüfung mitgeteilt wird, und der Daten zur Ablaufsteuerung an den Microcontroller 34 sendet.

Die auf Mehrfachtransport zu prüfende Banknote 10 wird über eine nicht dargestellte Transportvorrichtung durch die aus der steuerbaren Strahlungsquelle 12 und dem Strahlungsempfängermodul 20 gebildete Durchlichtmeßstrecke geführt. Der von der Banknote 10 zurückgelegte Weg wird dabei von einem Weggeber 42 erfaßt und durch Taktsignale dem Microcontroller 34 mitgeteilt. Die steuerbare Strahlungsquelle 12 und der Strahlungsempfängermodul 20 sind so justierbar, daß der jeweils abzutastende Bereich der Banknote 10 als Abtaststrecke ausgewählt werden kann. Werden die steuerbare Strahlungsquelle 12 und der Strahlungsempfängermodul 20 z.B. so justiert, daß die Abtaststrecken entlang der Ränder der Banknote 10 verlaufen, so kann an Hand der Signale S auch eine Prüfung des Blattformates oder der richtigen Lage der Banknote 10 durchgeführt werden. Befindet sich nämlich zwischen der steuerbaren Strahlungsquelle 12 sowie dem Strahlungsempfängermodul 20 kein Blattmaterial, so empfangen die Fotoempfänger 22, 24 die nicht abgeschwächte Strahlung der Lumineszenzdioden 14, 16, was zu einem signifikant hohen Pegel der Signale S führt. Bei Auftreten dieses Signalpegels kann das Fehlen oder aber eine Fehlausrichtung einer Banknote die Ursache sein.

Durch Einmessen mit Musterbanknoten kann der Geldscheinautomat auf eine vom Anwender gewünschte Banknotenart eingestellt werden. Der Einmeßvorgang ist als Flußdiagramm in Fig. 2 ge-

zeigt. In einem ersten Verfahrensschritt 60 wird ein definierter Ausgangszustand der aus der steuerbaren Strahlungsquelle 12 und dem Strahlungsempfängermodul 20 bestehenden Durchlichtmeßstrecke erzeugt. Hierzu wird die Durchlichtmeßstrecke ohne Zuführung einer Banknote betrieben, so daß die Strahlung der steuerbaren Strahlungsquelle 12 direkt und ungeschwächt auf den Strahlungsempfängermodul 20 auftreffen kann. Die steuerbare Strahlungsquelle 12 wird über die steuerbare Stromquelle 18 auf einen Grundstromwert  $I_0$  so eingestellt (Verfahrensschritt 62), daß der Pegel der Signale S der Fotoempfänger 22, 24 im oberen Abschnitt eines vorgegebenen Arbeitsbereichs des Analog-Digitalwandlers 32 liegt, beispielsweise bei 90 %.

Im nächsten Verfahrensschritt 64 wird eine Musterbanknote über die Transportvorrichtung in die Durchlichtmeßstrecke transportiert und längs der durch die Lage der Lumineszenzdiolen (LEDs) 14, 16 und der zugehörigen Fotoempfänger 22, 24 bestimmten Abtaststrecke abgetastet. Die Signale S der Fotoempfänger 22, 24 werden im Zeitmultiplex-Verfahren in den Speicher RAM des Microcontrollers 34 eingelesen und, entweder während des Einlesens oder nachdem die Banknote 10 die Abtaststrecke durchlaufen hat, der arithmetische Mittelwert SM der Signale S gebildet (Verfahrensschritt 66). Um eine höhere statistische Sicherheit des Ergebnisses beim Einmessen zu erhalten, wird der Prüfvorgang entsprechend der in Fig. 2 gezeigten Verzweigung 67 mit vier Banknoten, die sich hinsichtlich ihres Gebrauchszustandes unterscheiden, durchgeführt. Aus den so erhaltenen Mittelwerten SM wird beim Verfahrensschritt 68 ein arithmetischer Gesamtmittelwert M berechnet, der auch als Sollwert M bezeichnet wird. Dieser Sollwert M wird im nächsten Verfahrensschritt 70 dahingehend geprüft, ob er in einem vorgegebenen Bereich, gebildet durch einen unteren Wert M1 und einen oberen Wert M2, liegt. Die Werte M1, M2 sind im Microcontroller 34 als Digitalwerte fest eingespeichert und betragen bei Verwendung eines 8-Bit-Microcontrollers z.B.  $M1 = 100$ ,  $M2 = 140$ . Liegt der Sollwert M außerhalb dieses Bereiches, so wird in der in Fig. 2 gezeigten Verzweigung 72, 74 nach einer empirisch ermittelten Steuerfunktion, die später noch erläutert wird, ein Differenzstromwert  $\Delta I$  ermittelt, um den der Grundstromwert  $I_0$  geändert werden muß, damit der Sollwert M beim nächsten Einmeßvorgang mit einer hohen Wahrscheinlichkeit innerhalb des durch die Werte M1, M2 definierten Bereichs liegt.

Der Strom I, mit dem die steuerbare Strahlungsquelle 12 nach Durchlaufen der Verfahrensschritte 72, 74 beaufschlagt wird, ergibt sich aus der Summe des Grundstromwertes  $I_0$  und des Differenzstromwertes  $\Delta I$ . Der Einmeßvorgang wird unter Zuführung der Banknoten nach den beschriebe-

nen Verfahrensschritten wiederholt, und der Sollwert M mit den Werten M1, M2 verglichen. Sollte der Sollwert M wiederum außerhalb des durch die Werte M1, M2 definierten Bereichs liegen, so wird aus der Steuerfunktion der zugehörige Differenzstromwert  $\Delta I$  berechnet und zum vorher ermittelten Strom I addiert. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis der Sollwert M innerhalb der vorgegebenen Grenzen M1, M2 liegt.

Der so ermittelte Sollwert M und die zugehörige Summe der Differenzstromwerte  $\Delta I$  kennzeichnen die Musterbanknoten. Mit Hilfe des Sollwertes M wird im Verfahrensschritt 76 ein Toleranzbereich mit einem unteren Grenzwert G1 und einem oberen Grenzwert G2 definiert, innerhalb dem der Mittelwert SM einer zu prüfenden Banknote liegen muß, um als zu dieser Art von Banknoten gehörend und als Einzelbanknote erkannt zu werden. In der Praxis hat sich als unterer Grenzwert G1 das 0,8-Fache und als oberer Grenzwert G2 das 1,2-Fache des Sollwertes M bewährt. Die zu einer bestimmten Art von Banknoten gehörenden Daten, beispielsweise der obere Grenzwert G2, der untere Grenzwert G1, die Summe der Differenzstromwerte  $\Delta I$  und eine Kennzeichnung K der Banknoten, werden im Verfahrensschritt 78 im EEPROM 40 abgespeichert und bei der Prüfung der Banknoten abgerufen.

In Fig. 3 ist die Steuerfunktion zum Feststellen der Differenzstromwerte  $\Delta I$  in Abhängigkeit vom Sollwert M dargestellt. Wie bereits erläutert, soll der Sollwert M in möglichst wenigen iterativen Schritten innerhalb eines durch die Werte M1, M2 fest vorgegebenen Bereichs einpendeln. Dieser Bereich hat auch einen mittleren Wert M0. Beispielsweise ist in der Fig. 3 dargestellt, daß beim ersten Einmeßvorgang ein Sollwert M festgestellt wird, der deutlich außerhalb des durch die Werte M1, M2 definierten Bereiches liegt. Der Kurve 50 der Steuerfunktion kann ein dem Sollwert M zugehöriger Differenzstromwert  $\Delta I$  entnommen werden, der bei Addition zum Grundstromwert  $I_0$  und entsprechender Ansteuerung der Strahlungsquelle 12 dazu führt, daß der im nächsten Einmeßvorgang gemessene Sollwert M mit hoher Wahrscheinlichkeit innerhalb des durch die Werte M1, M2 definierten Bereiches liegt. Die Kurve 50 der Steuerfunktion ist dabei so zu wählen, daß der Sollwert M möglichst schon beim zweiten Einmeßvorgang innerhalb des durch die Werte M1, M2 definierten Bereiches liegt. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß der Verlauf der Kurve 50 der Steuerfunktion dann optimal ist, wenn er bei zunehmenden Abweichungen des Sollwertes M von einem mittleren Wert M0 progressiv ansteigt bzw. abfällt.

In Fig. 4 ist der Ablauf eines Prüfvorgangs zum Feststellen eines Mehrfachtransports von Banknoten an Hand eines Flußdiagramms dargestellt. Be-

vor eine zu prüfende Banknote in die Durchlichtmeßstrecke transportiert wird, wird der Grundstromwert  $I_0$  in bereits beschriebener Weise ermittelt (Verfahrensschritt 80). Zur Durchführung der Prüfung greift der Microcontroller 34 im nächsten Verfahrensschritt 82 auf die banknotenspezifischen Parameter, bestehend aus dem oberen Grenzwert  $G_2$ , dem unteren Grenzwert  $G_1$  sowie dem Differenzstromwert  $\Delta I$ , zu, die in dem EEPROM 40 gespeichert sind. Der Microcontroller 34 veranlaßt über den Digital-Analogwandler 36 und die steuerbare Stromquelle 18, daß der steuerbaren Strahlungsquelle 12 der Strom  $I = I_0 + \Delta I$  zugeführt wird (Verfahrensschritt 84). Die über eine Transporteinrichtung der Durchlichtmeßstrecke zugeführte Banknote 10 wird längs der definierten Abtaststrecken abgetastet und über die Fotoempfänger 22, 24 eine Folge von Abtastsignalen  $S$  erzeugt. Die Digitalwerte der Abtastsignale  $S$  werden in den Speicher RAM des Microcontrollers 34 eingelesen und im nachfolgenden Verfahrensschritt 86 der arithmetische Mittelwert  $SM$  berechnet. Der Mittelwert  $SM$  wird anschließend mit den gespeicherten Grenzwerten  $G_1$ ,  $G_2$  verglichen (Verfahrensschritt 88). Liegt der Mittelwert  $SM$  innerhalb des durch die Grenzwerte  $G_1$ ,  $G_2$  definierten Toleranzbereiches, so wird in einem nachfolgenden Prüfungsvorgang 90 der von der Banknote 10 zurückgelegte Weg mit einem Sollweg verglichen. Der zurückgelegte Weg wird dabei durch Zählen der Taktsignale des Weggebers 42 ermittelt, die gezählt werden, solange die Fotoempfänger 22, 24 eine abgeschwächte Strahlung empfangen. Durch diese Art der Wegmessung kann zusätzlich das lagerichtige Zuführen der Banknoten über die Transporteinrichtung bzw. ein Überlappen von Banknoten festgestellt werden. Wird beim Vergleich des Mittelwertes  $SM$  mit den Grenzwerten  $G_1$ ,  $G_2$  eine Grenzwertüberschreitung festgestellt oder wird der Sollweg überschritten, so wird vom Microcontroller 34 ein Erkennungssignal gebildet, das den Mehrfachtransport bzw. eine fehlerhafte Banknotenzuführung signalisiert (Verfahrensschritt 94). Dieses Signal wird an den übergeordneten Rechner weitergegeben, der eine Ausgabe bzw. Fehlerauswertung der Banknoten am Geldautomaten unterdrückt. Im Falle eines positiven Prüfergebnisses wird zum Verfahrensschritt 92 verzweigt und dem Rechner ein einzeln transportierter Banknote 10 kennzeichnendes Signal übermittelt.

Da vor jeder Geldscheinausgabe oder in bestimmten Zeitabständen der Grundstromwert  $I_0$  jeweils erneut ermittelt wird, wirkt sich eine Änderung des Übertragungsverhaltens der Durchlichtmeßstrecke nicht aus. Solche Veränderungen können beispielsweise durch Alterung der Lumineszenzdioden 14, 16 oder durch Verschmutzen der Durchlichtmeßstrecke hervorgerufen werden. Da

sowohl vor der Einmessung als auch beim Prüfungsvorgang jeweils ein definierter Anfangszustand eingestellt wird, ist dieses Verfahren zum Prüfen von Banknoten praktisch wartungsfrei.

## Ansprüche

1. Verfahren zum Prüfen von Blattmaterial auf Mehrfachtransport durch Abtasten des Blattmaterials mit Strahlung längs einer vorgegebenen Abtaststrecke und Erzeugen einer Folge von durch Eigenschaften des Blattmaterials bestimmten Abtastsignalen, deren Werte zwecks Abgabe eines Erkennungssignals mit gespeicherten Sollwerten verglichen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastsignale ( $S$ ) abhängig von der Strahlungsdurchlässigkeit des Blattmaterials (10) erzeugt werden, und daß als zu vergleichende Werte ein Mittelwert ( $SM$ ) der Abtastsignale ( $S$ ) und ein ihm gleichartiger Mittelwert ( $M$ ) der Sollwerte verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität der zur Abtastung verwendeten Strahlung für eine bestimmte Art von Blattmaterial (10) entsprechend einem vorgegebenen Wertebereich des Mittelwertes ( $M$ ) der Sollwerte eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität einer elektrischen Strahlungsquelle (12) durch Stromsteuerung eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Grundstrom ( $I_0$ ) festgestellt wird, bei dem die Intensität der Strahlung bei fehlendem Blattmaterial (10) einen vorgegebenen Wert der Abtastsignale ( $S$ ) erreicht.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom ( $I$ ) zur Stromsteuerung der Strahlungsquelle (12) durch Einmessen an Hand von Mustern ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom ( $I$ ) entsprechend einer vorgegebenen Steuerfunktion  $\Delta I = f(M)$  in mindestens einem Einmессvorgang festgestellt wird, wobei  $\Delta I$  der Differenzstromwert ist, der zum Grundstrom ( $I_0$ ) zu addieren ist, um den Strom ( $I$ ) zu erhalten.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurve (50) der Funktion  $\Delta I = f(M)$  für zunehmende Absolutbeträge der Differenz aus dem Mittelwert ( $M$ ) der Sollwerte und einem mittleren Wert ( $M_0$ ) exponentiell ansteigt bzw. abfällt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Erkennungssignal für Mehrfachtransport erzeugt wird, wenn der Mittelwert

(SM) der Abtastsignale außerhalb eines oberen Grenzwertes (G2) oder eines unteren Grenzwertes (G1) liegt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Grenzwert (G2) das 1,2-Fache und der untere Grenzwert (G1) das 0,8-Fache des Mittelwertes (M) der Sollwerte beträgt. 5

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittelwerte (SM, M) arithmetische Mittelwerte verwendet werden. 10

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastung längs mehrerer Abtaststrecken vorgenommen wird. 15

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastsignale (S) mehrerer Abtaststrecken addiert werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Blattmaterial (10) zur Abtastung längs der Abtaststrecke bewegt wird. 20

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der bei der Abtastung vom Blattmaterial (10) zurückgelegte Weg festgestellt wird und mit einem vorgegebenen Sollweg zwecks Erzeugens eines weiteren Erkennungssignals verglichen wird. 25

15. Anordnung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine aus einer steuerbaren Strahlungsquelle (12) und einem Strahlungsempfängermodul (20) bestehende Durchlichtmeßstrecke vorgesehen ist, wobei die vom Strahlungsempfängermodul (20) erzeugten Abtastsignale einem Microcontroller (34) mit mindestens einem Datenspeicher (38, 40) zugeführt werden, der die Mittelwerte (SM, M) bildet sowie den Vergleich der Mittelwerte (SM, M) zwecks Erzeugens des Erkennungssignals durchführt und der die Intensitätssteuerung der Strahlungsquelle (12) veranlaßt. 30 35 40

45

50

55

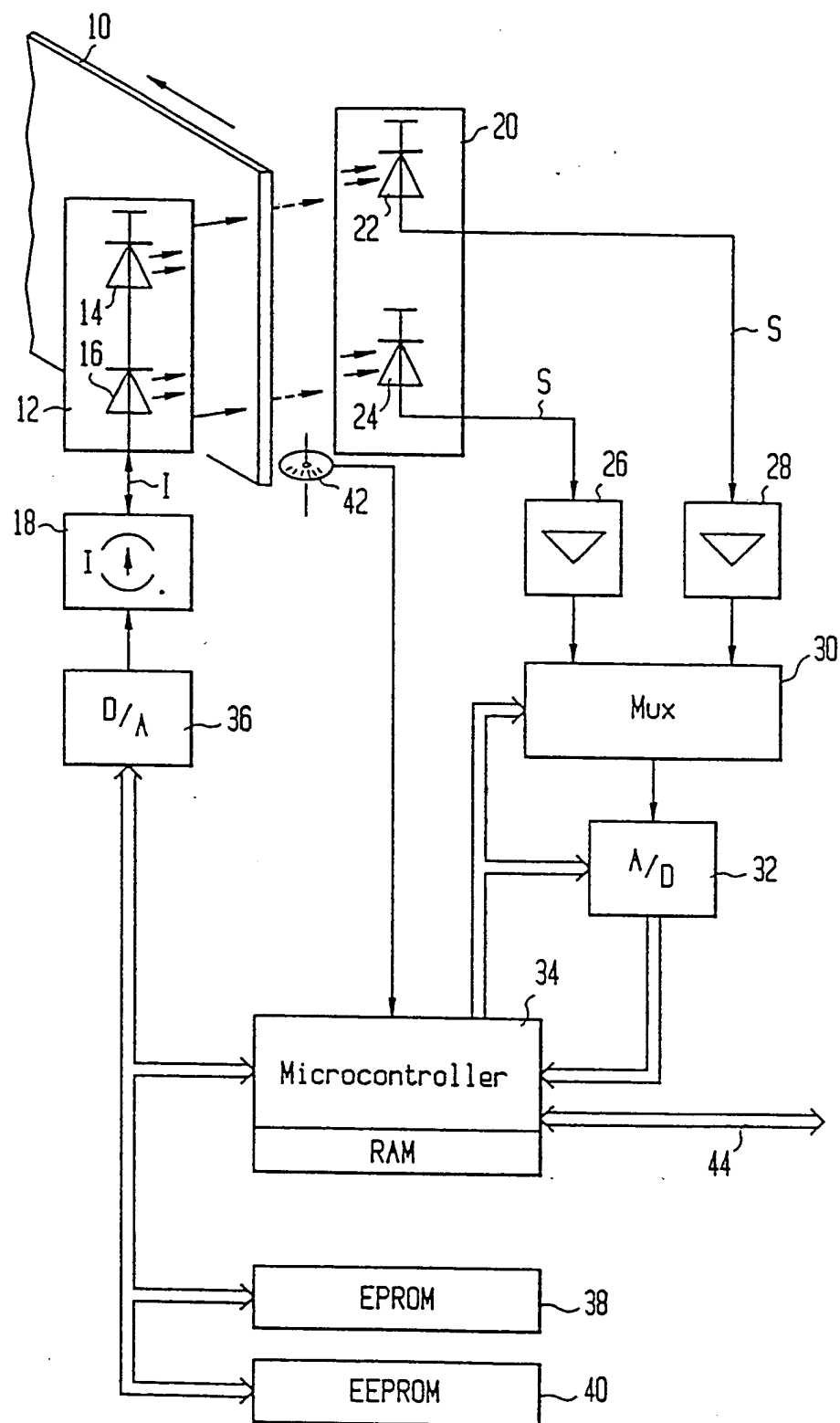


FIG. 1

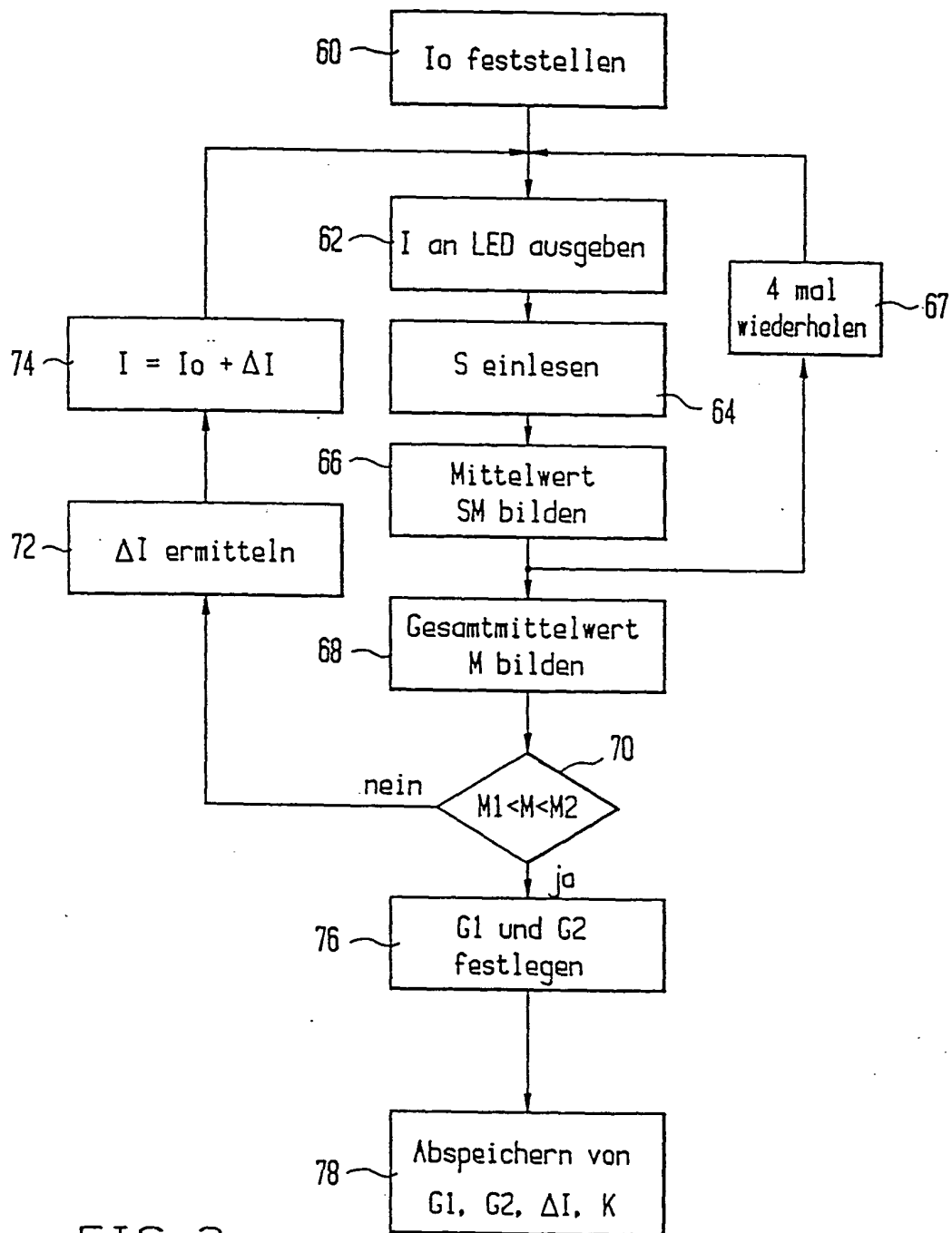


FIG. 2

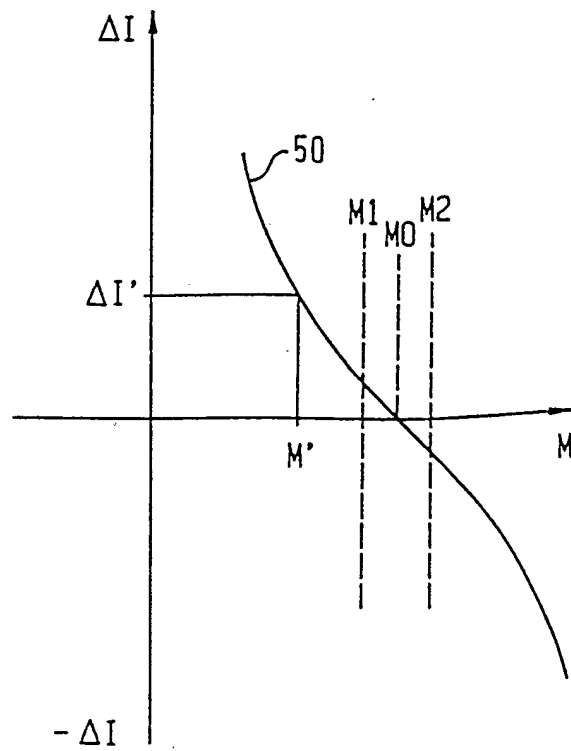


FIG. 3

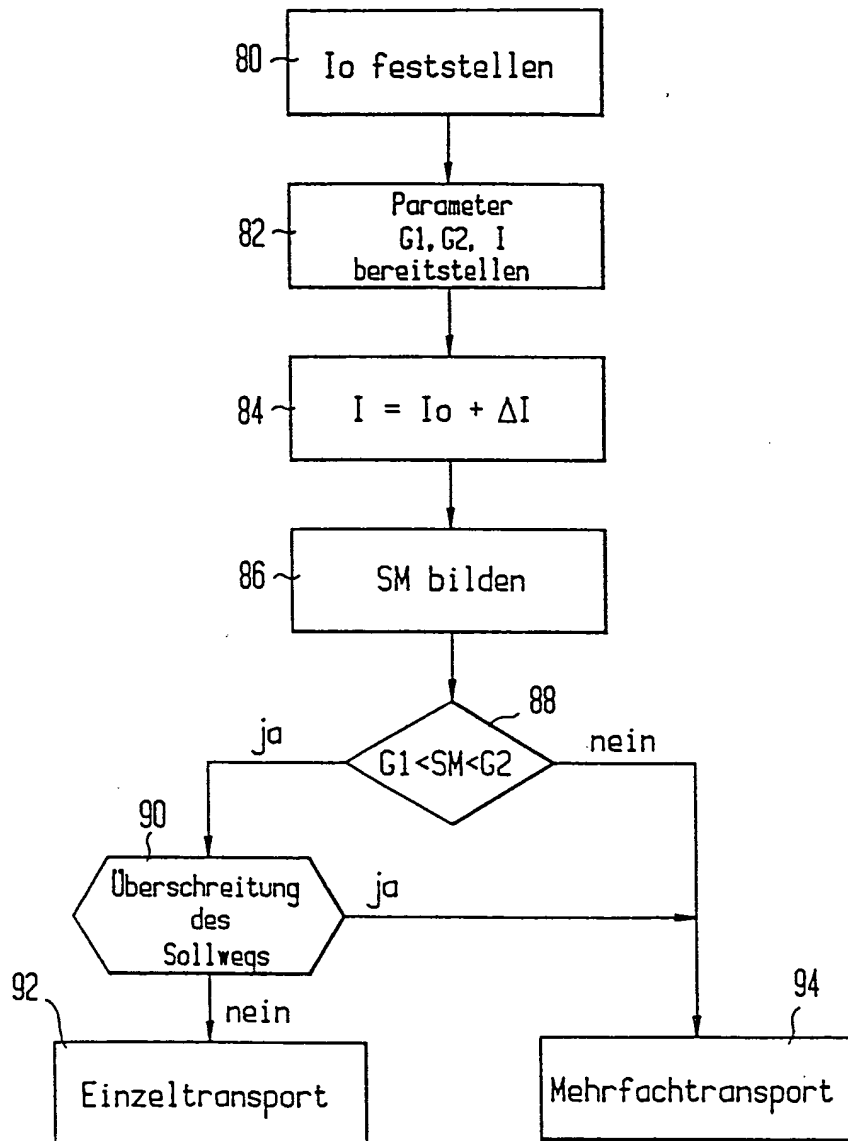


FIG. 4